



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

①2 **Offenlegungsschrift**
①0 **DE 197 34 862 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
F 02 C 6/18
F 22 B 31/04
F 22 B 35/06

②1 Aktenzeichen: 197 34 862.9
②2 Anmeldetag: 12. 8. 97
④3 Offenlegungstag: 18. 2. 99

DE 197 34 862 A 1

⑦1 Anmelder:
Gericke, Bernd, 51067 Köln, DE

⑦4 Vertreter:
Ackmann und Kollegen, 47053 Duisburg

⑦2 Erfinder:
gleich Anmelder

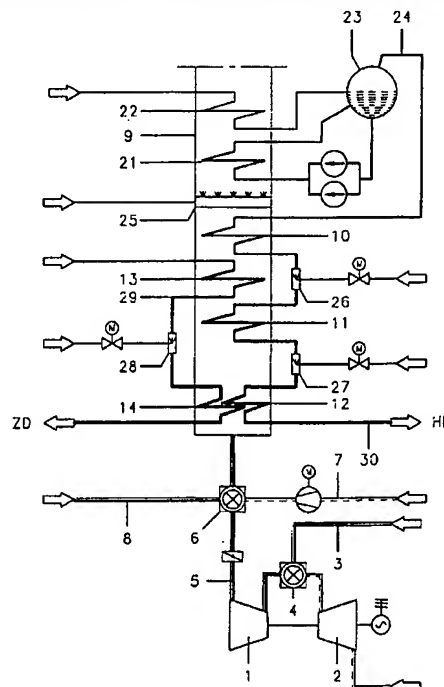
⑤6 Entgegenhaltungen:
DE 38 04 605 A1
DE 26 21 340 A1
Beitz, W. und Küttner, K.-H. (Hrsg.): Dubbel
Taschenbuch für den Maschinenbau, Berlin (u.a.):
Springer, 1981, S. 595-598, 935;
KEHLHOFER, R. (u.a.): Gasturbinenkraftwerke,
Kombikraftwerke, Heizkraftwerke und Industrie-
kraftwerke, Gräfelfing: Technischer Verlag Resch,
und Köln, Verlag
TÜV-Rheinland, 1984, (Handbuchreihe
Energie Bd. 7), S. 128-129;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Wärmekraftwerk mit einer Gasturbine und einem Dampferzeuger für eine Mehrdruck-Dampfturbine

⑤7 Beschrieben wird ein Wärmekraftwerk mit einer Gasturbine (1) und einem Dampferzeuger für eine Mehrdruck-Dampfturbine, wobei das Abgas der Gasturbine einem Abhitzeessel (9) zugeführt wird, der zur Erhöhung der HD-Dampfleistung mit einer Zusatzfeuerung ausgestattet ist und welcher der Dampfbildung dienende Wärmetauscher enthält. Um auf wirtschaftliche Weise die Erzeugung von Dampf für eine Mehrdruck-Dampfturbine, insbesondere auch bei schwankender Belastung zu ermöglichen, ist vorgesehen, daß zur Bildung eines Hochdruckdampfs wenigstens zwei hintereinandergeschaltete HD-Überhitzerstufen (10, 11, 12) mit wenigstens einer Einspritzkühlung (26, 27) und zur Bildung eines Zwischendruckdampfs wenigstens zwei ZD-Überhitzerstufen (13, 14) mit einer Einspritzkühlung (28) vorgesehen sind, die Endstufen (12 bzw. 14) des HD-Überhitzers bzw. ZD-Überhitzers im gleichen Abschnitt des Abhitzeessels (9) angeordnet sind, deren Rohre (15, 16) kammartig abwechselnd nebeneinander liegen, die erste ZD-Überhitzerstufe (13) zwischen oder hinter den beiden ersten HD-Überhitzerstufen (10, 11) liegt, eine das Abgas der Gasturbine nutzende erste Feuerung (6) dem Abhitzeessel (9) im Bereich der Endstufen (12, 14) der Überhitzer zugeordnet und im Abhitzeessel (9) vor dem HD-Verdampfer (21) eine zweite Feuerung (6) angeordnet ist, wobei die erste Feuerung (6) in Abhängigkeit von der Temperatur des Dampfes am Ausgang der ersten ZD-Überhitzerstufe (13) und die zweite Feuerung (25) druckabhängig von ...



DE 197 34 862 A 1

Die Erfindung betrifft ein Wärmekraftwerk mit einer Gasturbine und einem Dampferzeuger für eine Mehrdruck-Dampfturbine, wobei das Abgas der Gasturbine einem Abhitze-
kessel zugeführt wird, der zur Erhöhung der HD-Dampfleistung mit einer Zusatzfeuerung, die den für Ver-
brennung erforderlichen Sauerstoff aus den Turbinenabgasen bezieht, ausgestattet ist und welcher der Dampf-
bildung dienende Wärmetauscher enthält.

Wärmekraftwerke, welche die Abhitze einer Gasturbine zur Dampferzeugung für eine Dampfturbine nutzen, sind in der Regel mit einstufigen Dampfturbinen ausgerüstet. In Industriebetrieben werden solche Wärmekraftwerke zur Erzeugung Prozeßdampf verwendet, dessen Maximalbedarf meist von einer vor dem Abhitze-
kessel installierten Zusatzfeuerung und dessen Minimalbedarf allein durch den Abhitzebetrieb gedeckt wird. Die Abhitze-
kessel sind üblicherweise zur Dampferzeugung für eine einstufige Dampfturbine ausgebildet. Hingegen stößt die Erzeugung von Dampf für die in ihrer Leistung bessere mehrstufige Dampfturbine mit Zwischenüberhitzung in solchen ZDÜ-Abhitze-
kesseln auf Schwierigkeiten, insbesondere bei schwankender Belastung. Wird bei einer erhöhten Belastung die Feuerung des Abhitze-
kessels zur Erzeugung einer größeren Hochdruck-Dampfmenge gesteigert, ist für die Temperaturregelung des Zwischen-
druckdampfes eine stark erhöhte Einspritzkühlung erforderlich, wodurch außerdem eine zusätzliche Zwischen-
druck-Dampfmenge entsteht, die von der MD-Stufe der Dampfturbine nicht verarbeitet werden kann. Der Brenn-
stoffbedarf steigt relativ stark an, wodurch nicht nur die Betriebskosten erheblich steigen, sondern auch der aus Grün-
den des Umweltschutzes niedrig zu haltende CO₂-Ausstoß erhöht wird.

Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, den einer Gasturbine zugeordneten Abhitze-
kessel derart auszubilden, daß auf wirtschaftliche Weise die Erzeugung von Dampf für eine Mehrdruck-Dampfturbine, insbesondere auch bei schwankender Belastung möglich ist.

Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Die erfindungsgemäß vorgesehenen beiden Feuerungen haben unterschiedliche Regelaufgaben. Die erste Feuerung, welche das Abgas der Gasturbine nutzt, wird so geregelt, daß der Zwischendampf auf die erforderliche Temperatur erhitzt wird. Dabei wird der Dampf zunächst in der ersten ZD-Überhitzerstufe auf eine der Sollwertvorgabe entsprechende Temperatur erhitzt, bei der die Einspritzkühlung bei jeder Last die Dampftemperatur am Austritt der ZD-Überhitzerstufe regelbar ist. Diese Temperaturregelung des Zwischen-
druckdampfes ist von der zweiten Feuerung völlig unabhängig. Die Aufgabe der zweiten Feuerung besteht darin, die von der Dampfturbine und gegebenenfalls von einer Prozeßanlage abverlangte Menge an HD-Dampf zu erzeugen und bei sich änderndem Bedarf zu regeln. Regelgröße für diese Dampfmengenregelung ist der Dampfdruck am Ausgang der Endstufe des HD-Überhitzers. Sinkt der Dampfdruck an dieser Stelle unter den Sollwert, wird die das Abgas der Gasturbine weiter nutzende zweite Feuerung zusätzlich beheizt, so daß der dem Brenner nachgeschaltete HD-Verdampfer eine größere Menge HD-Dampf erzeugt. Im übrigen erfolgt die Temperaturregelung des HD-Dampfes durch eine übliche Einspritzkühlung, wobei die zwischen den HD-Überhitzerstufen befindlichen Einspritzvorrichtungen von der am Ausgang der jeweils nachgeschalteten HD-Überhitzerstufe herrschenden Temperatur als Regelgröße gestellt werden. Die erfindungsgemäß vorgesehene getrennte Regelung der Temperatur des Zwischendruck-

dampfes einerseits und der HD-Dampfmenge sowie der HD-Dampftemperatur in Verbindung mit der geteilten Feuerung hat den weiteren Vorteil, daß eine erhöhte Belastung und Leistungssteigerung mit einer relativ geringen Erhöhung des Brennstoffverbrauches verbunden ist. Der Wirkungsgrad der Anlage ist wesentlich verbessert.

Das Regelsystem erlaubt einen reinen Abhitzebetrieb ohne zusätzliche regeltechnische Maßnahmen oder Änderungen und ohne Beeinträchtigung der Regelgüte der HD- und ZD-Endtemperaturen. Dies gilt auch bei extremen Störfällen, wenn bei Ausfall der Zusatzfeuerungen unmittelbar der Abhitze-
kessel allein in Abhitzebetrieb gefahren werden muß.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt; es zeigt

Fig. 1 eine Gasturbine mit einem nachgeschalteten, der Dampferzeugung dienenden Abhitze-
kessel in einer schematischen Darstellung,

Fig. 2 Einrichtungen zur Temperaturregelung des Hochdruckdampfes und zur Temperaturregelung des Zwischen-
druckdampfes in einer schematischen Darstellung und

Fig. 3 die in Scheibenkämmung angeordneten Endstufen des Hochdrucküberhitzers und Zwischendrucküberhitzers in einer perspektivischen Ansicht.

Die in Fig. 1 dargestellte Gasturbine 1 ist mit einem Verdichter 2 und einem mit Erdgas 3 beschickten Brenner 4 versehen. Das heiße Abgas der Gasturbine 1 wird über eine Rohrleitung 5 einem der Dampferzeugung dienenden Abhitze-
kessel 9 zugeführt. Der Rohrleitung 5 ist eine erste, z. B. als Flächenbrenner ausgebildete Feuerung 6 zugeordnet, die bedarfsweise mit Zusatzluft 7 und Erdgas 8 versorgt wird und durch welche die Abgastemperatur zusätzlich erhöht werden kann.

Der Abhitze-
kessel 9 ist so ausgebildet, daß er Dampf zum Betrieb einer Mehrdruck-Dampfturbine (in der Zeichnung nicht dargestellt) liefert. In Fig. 1 ist jedoch nur der untere Teil des Abhitze-
kessels 9 mit mehreren Überhitzerstufen zur Erzeugung des Hochdruck- und des Zwischendruckdampfes sowie den Hochdruckverdampfer und einem Teil der Hochdruck-Speisewasservorwärmung dargestellt. Im nicht dargestellten Teil des Abhitze-
kessels 9 sind in bekannter Weise die Heizflächen für die Speisewasservorwärmung und Verdampfung der verschiedenen Dampfdruckteile sowie deren Überhitzer angeordnet. Nachfolgend werden für die Ausdrücke Hochdruck- und Zwischendruck- die Abkürzungen HD- bzw. ZD-verwendet. Im unteren Teil der Abhitze-
kessel 9 sind drei hintereinander geschaltete HD-Überhitzerstufen 10, 11, 12 sowie zwei ZD-Überhitzerstufen 13, 14 angeordnet. Die beiden Endstufen 12, 14 des HD-Überhitzers und ZD-Überhitzers sind im gleichen unteren Abschnitt des Abhitze-
kessels 9 angeordnet, wobei die parallel in lotrechten Ebenen verlaufenden, mäanderförmig gebogenen HD-Rohre 15 und die entsprechend ausgebildeten ZD-Rohre 16 kammartig abwechselnd nebeneinander liegen (vgl. Fig. 3). Den HD-Rohren 15 ist ein Verteiler 17 und ein Sammler 18 und den ZD-Rohren 16 ein Verteiler 19 und ein Sammler 20 zugeordnet. Die erste ZD-Überhitzerstufe 13 ist zwischen den beiden ersten HD-Überhitzerstufen 10, 11 angeordnet, kann aber auch hinter bzw. vor diesen eingebaut sein. Weiter oben im Abhitze-
kessel 9 ist ein HD-Verdampfer 21 und ein Speisewasservorwärmer 22 angeordnet, die beide mit einer HD-Trommel 23 verbunden sind, von der der HD-Dampf über eine Leitung 24 zu HD-Überhitzerstufen 10 bis 12 gelangt. Außerdem ist vor bzw. unter dem HD-Verdampfer 21 eine zweite das Abgas der Gasturbine nutzende Feuerung 25 angeordnet, die z. B. als mit Erdgas befeuerter Flächenbrenner ausgebildet sein kann.

Weiterhin ist zwischen den drei HD-Überhitzerstufen 10,

11, 12 jeweils eine Einspritzvorrichtung 26, 27 sowie zwischen den beiden ZD-Überhitzerstufen 13, 14 eine Einspritzvorrichtung 28 vorgesehen. Mit Hilfe der Einspritzvorrichtungen 26, 27 wird die Temperatur des HD-Dampfes so geregelt, daß er nach verlassen der dritten HD-Überhitzerstufe 12 die vorgegebene Temperatur hat. Jede Einspritzvorrichtung 26, 27 wird von der am Ausgang der jeweils nachgeschalteten HD-Überhitzerstufe 11 bzw. 12 vorgegebenen Temperatur als Regelgröße gestellt. Die zwischen den beiden ZD-Überhitzerstufen 13, 14 vorgesehene Einspritzvorrichtung 28 hat die Aufgabe, den ZD-Dampf auf die für die ZD-Endstufe der Dampfturbine erforderliche Temperatur einzustellen. Auch hier erfolgt die Regelung der Einspritzvorrichtung 28 ähnlich mit Hilfe der am Ausgang der zweiten ZD-Überhitzerstufe 14 vorgegebenen Temperatur als Regelgröße.

Bei Normalbetrieb des Wärmekraftwerks für den Minimalbedarf reicht die Abhitzewärme in der Regel zur Erzeugung der für die Dampfturbine erforderlichen Dampfparameter aus. Tritt jedoch eine höhere Belastung ein, werden bedarfsweise die beiden Feuerungen 6 und 25 zugeschaltet und entsprechend dem höheren Dampfbedarf geregelt. Die erste Feuerung 6 wird, wie in Fig. 2 gezeigt ist, in Abhängigkeit von der Temperatur des Dampfes am Ausgang der ersten ZD-Überhitzerstufe 13 geregelt. In den Fig. 1 und 2 ist diese Meßstelle mit 29 bezeichnet. Die zweite Feuerung 25 wird druckabhängig von der HD-Belastung geregelt. Hierfür wird der Dampfdruck am Ausgang der dritten HD-Überhitzerstufe 12 als Regelgröße gemessen. Diese Meßstelle ist mit 30 bezeichnet. Im Falle einer höheren Belastung sinkt zunächst der Dampfdruck an der Meßstelle 30. Für den erforderlichen Druckausgleich ist eine Erhöhung der Dampfmenge erforderlich. Dies geschieht durch die zweite Feuerung 25, welche dem HD-Verdampfer 21 zusätzlich Wärme zuführt, wobei diese zusätzliche Wärmeerzeugung druckabhängig geregelt wird. Die erhöhte Dampfmenge verursacht weiterhin einen Temperaturabfall des ZD-Dampfes und einen zusätzlichen Energiebedarf für die Überhitzung des Dampfes in den Überhitzerstufen 10 bis 12. Bei entsprechendem Temperaturabfall an der Meßstelle 29 wird die erste Feuerung 6 zugeschaltet, die in Abhängigkeit der Sollwertabweichung der Temperatur an der Meßstelle 29 geregelt wird. Auf diese Art und Weise wird dem Abhitzekeessel 9 die erforderliche Wärmeenergie zugeführt, um die gewünschte Ausgangstemperatur des ZD-Dampfes zu erhalten. Dabei wird der Sollwert so eingestellt, daß auch der HD-Dampf den ersten zugehörigen Überhitzerstufen zunächst eine solche Temperatur erhält, daß eine genaue Temperaturregelung am Austritt der HD-Überhitzerstufe 12 durch die Einspritzkühlungen sichergestellt ist. Die Einspritzkühlungen zur Regelung der HD-Dampf Temperatur an der Meßstelle 30 arbeiten im optimalen Regelbereich, wobei gegebenenfalls der Sollwert verstellbar ist, um den Regelbereich der beiden Einspritzvorrichtungen 26, 27 zu optimieren.

Bezugszeichenliste

- 1 Gasturbine
- 2 Verdichter
- 3 Erdgas
- 4 Brenner
- 5 Rohrleitung
- 6 erste Feuerung
- 7 Zusatzluft
- 8 Erdgas
- 9 Abhitzekeessel
- 10 HD-Überhitzerstufe
- 11 HD-Überhitzerstufe

- 12 HD-Überhitzerstufe
- 13 ZD-Überhitzerstufe
- 14 ZD-Überhitzerstufe
- 15 HD-Rohre
- 16 ZD-Rohre
- 17 Verteiler
- 18 Sammler
- 19 Verteiler
- 20 Sammler
- 21 HD-Verdampfer
- 22 Speisewasservorwärme
- 23 HD-Trommel
- 24 Leitung
- 25 zweite Feuerung
- 26 Einspritzvorrichtung
- 27 Einspritzvorrichtung
- 28 Einspritzvorrichtung
- 29 Meßstelle
- 30 Meßstelle

Patentansprüche

1. Wärmekraftwerk mit einer Gasturbine und einem Dampferzeuger für eine Mehrdruck-Dampfturbine, wobei das Abgas der Gasturbine einem Abhitzekeessel zugeführt wird, der zur Erhöhung der HD-Dampfleistung mit einer Zusatzfeuerung ausgestattet ist und welcher der Dampfbildung dienende Wärmetauscher enthält, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Bildung eines Hochdruckdampfes wenigstens zwei hintereinandergeschaltete HD-Überhitzerstufen (10, 11, 12) mit wenigstens einer Einspritzkühlung (26, 27) und zur Bildung eines Zwischendruckdampfes wenigstens zwei ZD-Überhitzerstufen (13, 14) mit einer Einspritzkühlung (28) vorgesehen sind, die Endstufen (12 bzw. 14) des HD-Überhitzers bzw. ZD-Überhitzers im gleichen Abschnitt des Abhitzekeessels (9) angeordnet sind, deren Rohre (15, 16) kammartig abwechselnd nebeneinander liegen, die erste ZD-Überhitzerstufe (13) zwischen oder hinter den beiden ersten HD-Überhitzerstufen (10, 11) liegt, eine das Abgas der Gasturbine nutzende erste Feuerung (6) dem Abhitzekeessel (9) im Bereich der Endstufen (12, 14) der Überhitzer zugeordnet und im Abhitzekeessel (9) vor dem HD-Verdampfer (21) eine zweite Feuerung (25) angeordnet ist, wobei die erste Feuerung (6) in Abhängigkeit von der Temperatur des Dampfes am Ausgang der ersten ZD-Überhitzerstufe (13) und die zweite Feuerung (25) druckabhängig von der HD-Belastung geregelt wird.

2. Wärmekraftwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sollwerte für die Regelung der ersten Feuerung (6) derart eingestellt ist, daß die Dampftemperatur am Ausgang der ersten ZD-Überhitzerstufe (13) ständig eine Einspritzkühlung des Zwischendruckdampfes verlangt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

60

65

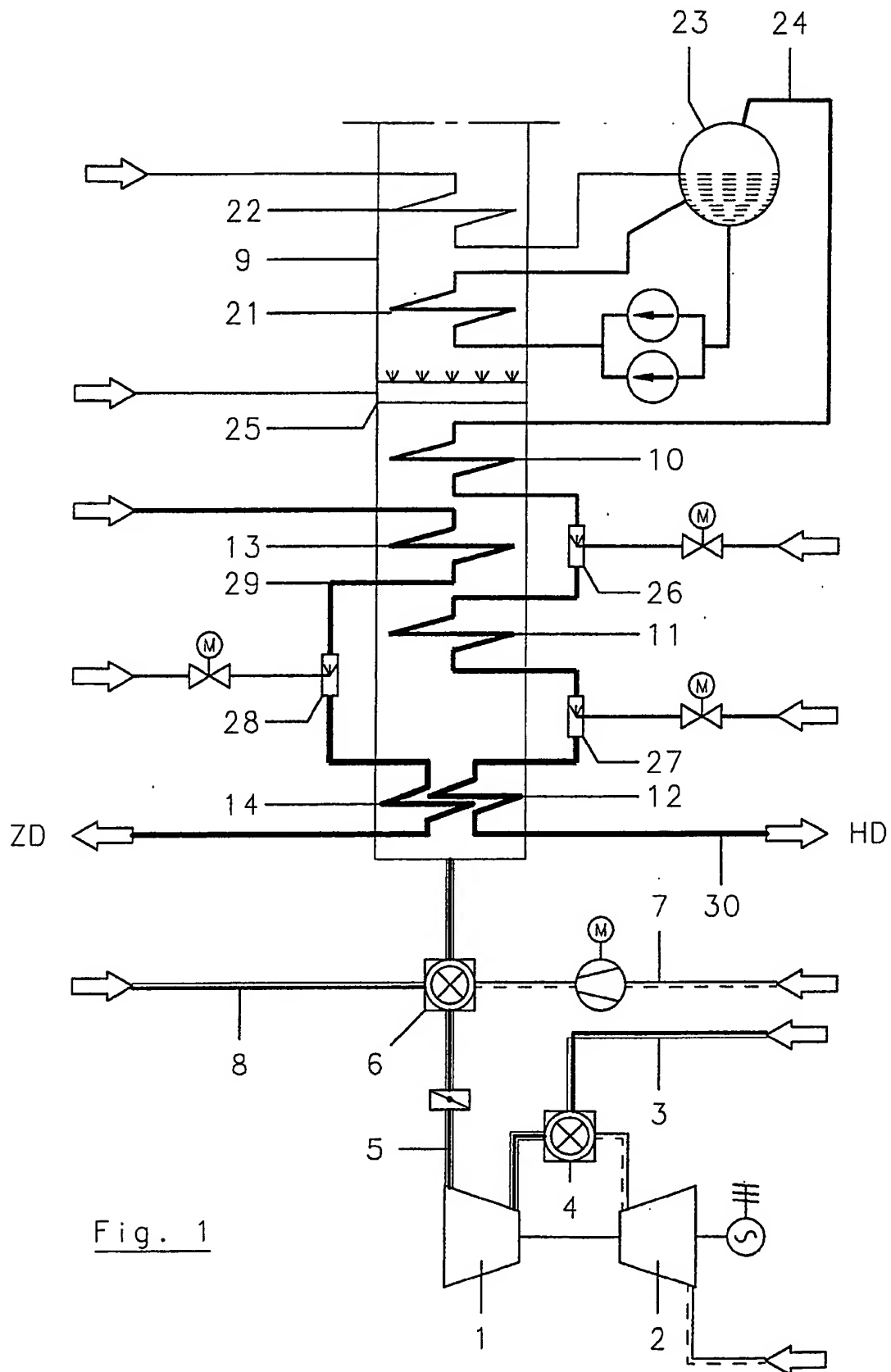


Fig. 1

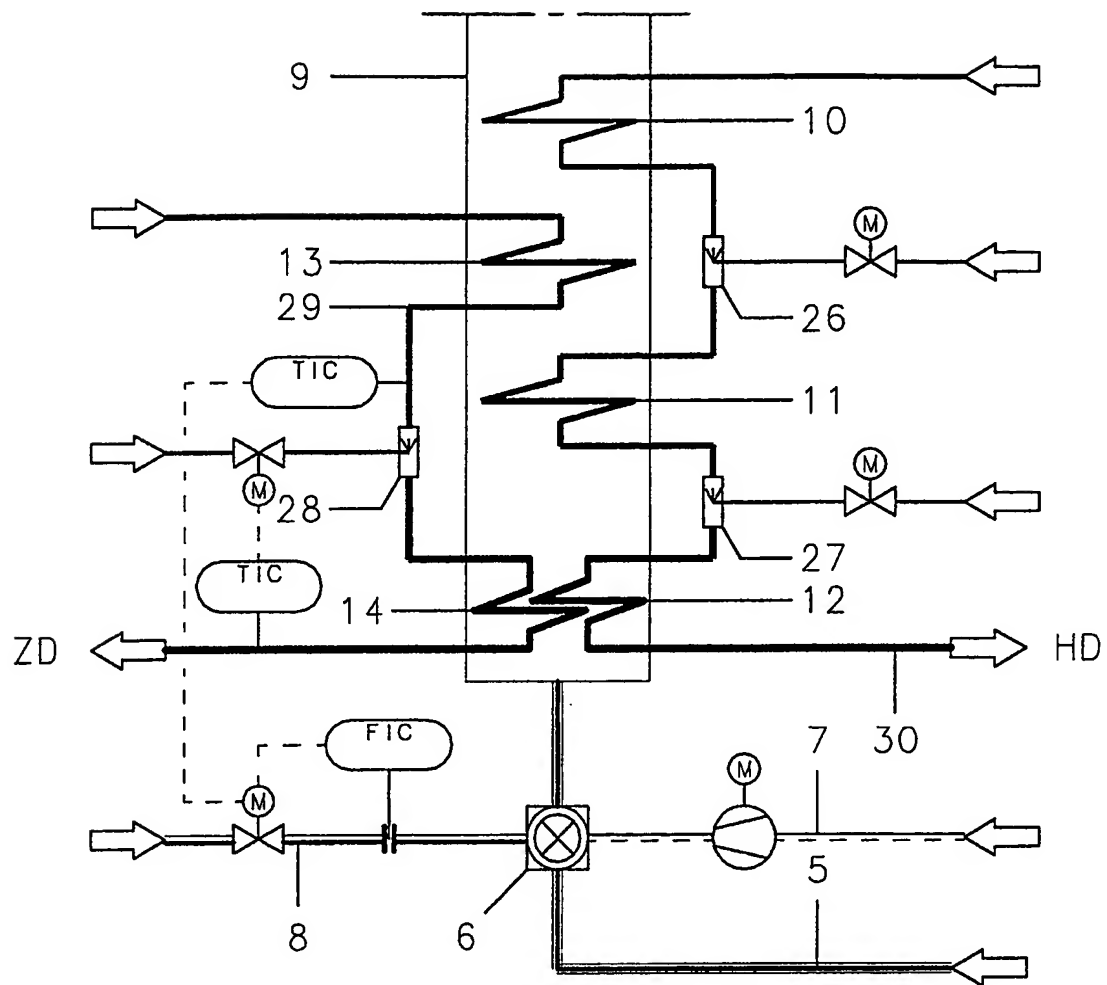


Fig. 2

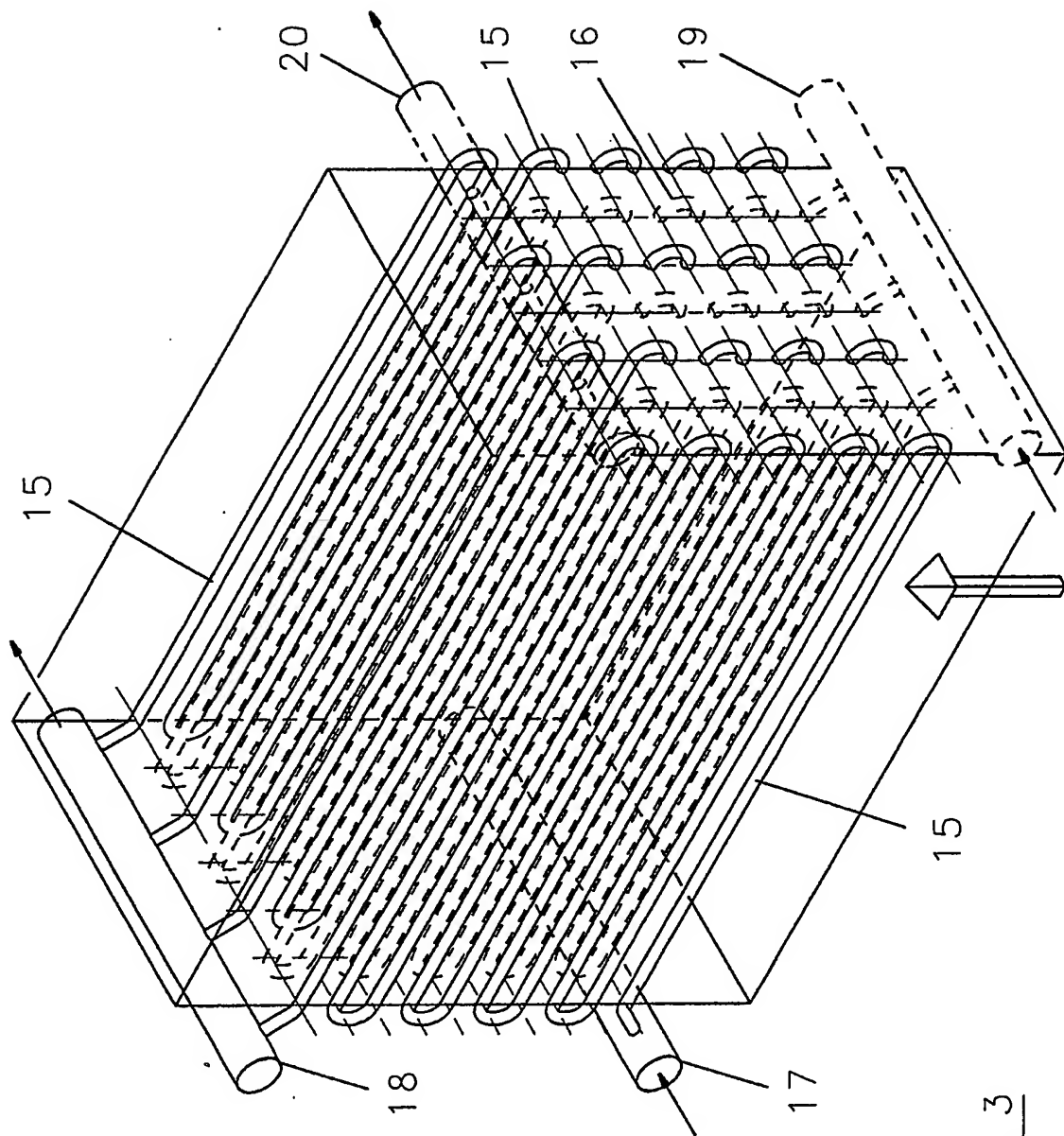


Fig 3

Steam pressure system

Patent number: DE19734862
Publication date: 1999-02-18
Inventor: GERICKE BERND (DE)
Applicant: GERICKE BERND (DE)
Classification:
- **International:** F02C6/18; F22B31/04; F22B35/06
- **European:** F22B1/18B2
Application number: DE19971034862 19970812
Priority number(s): DE19971034862 19970812

Abstract of DE19734862

For the development of a high pressure steam, at least two overheating stages (10-12) are used in series, fitted with an injection cooling (26,27). For an intermediate pressure steam, at least two intermediate pressure stages (13,14) are used with an injection cooler (28). The end stages (12,14) of the high and intermediate pressure systems are located at the same section of the boiler (9), with their pipes aligned alternately among each other in a comb-shaped layout. The intermediate pressure steam stage (13) is between or after the first two high pressure steam stages (10,11). The first burner (6), using the exhaust of the gas turbine, is at the boiler (9) near the end stages (12,14) of the high and intermediate pressure systems. A second burner (25) is at the boiler (9) in front of the high pressure steamer (21). The first burner (6) is controlled according to the steam temp. at the outlet of the first intermediate pressure stage (13), and the second burner (25) is controlled according to the high pressure loading.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide